

УДК 656.13.08(476)

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ЗОНЕ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

**В.Н. КУЗЬМЕНКО, Д.В. МОЗАЛЕВСКИЙ, А.В. КОРЖОВА, А.С. ПОЛХОВСКАЯ, Н.С. ЕРМАКОВА,
Н.В. КИСЕЛЕВИЧ, Е.Н. ГОРЕЛИК, И.К. ГАМУЛЬСКИЙ**
(Белорусский национальный технический университет, Минск)

Исследуются транспортно-пешеходные потоки и условия движения. Представлены результаты проведенного аудита безопасности движения на примере транспортного объекта – нерегулируемого пешеходного перехода с участком улицы. Разработаны предложения по повышению качества дорожного движения на исследуемых участках улиц. Рассмотрен пример выбора и обоснования принимаемых решений для нерегулируемого пешеходного перехода, расположенного около нерегулируемого выезда с дворовой территории. На основании исследований разработаны мероприятия планировочного и организационно-технического характера, повышающие безопасность движения, а также снижающие экономические и экологические потери. Реализация разработанных мероприятий позволит снизить и уровень аварийных потерь на пешеходном переходе. Результаты проведенного исследования и анализ существующих условий дорожного движения на нерегулируемом перекрестке показали, что уровень суммарных потерь в дорожном движении также снизится.

Ключевые слова: организация дорожного движения, безопасность, аудит, условия движения, проектные решения, повышение безопасности дорожного движения, светофорное регулирование.

В дорожном движении производится транспортная услуга, в которую вовлечены практически все участники дорожного движения. Качество дорожного движения в целом или его отдельных составляющих можно количественно оценить по величине потерь, под которыми понимают социально-экономическую стоимость необязательных издержек в процессе движения. Поэтому любое решение по организации дорожного движения должно быть оценено и оптимизировано по критерию минимизации потерь (аварийных, экономических и экологических) в дорожном движении.

В филиале Белорусского национального технического университета «Научно-исследовательская часть» специалистами Научно-исследовательского центра дорожного движения разработана методика определения потерь в дорожном движении для конфликтных объектов – перекрестков и искусственных неровностей. Это сделало возможным сравнить два альтернативных варианта организации движения на конфликтных объектах.

Исследовательская часть. Потери в дорожном движении в виде необязательных экономических, экологических и аварийных издержек в процессе движения достигают порядка 6...6,5 млрд у.е./год. Поскольку в дорожном движении участвует почти все население республики, то от качества этого процесса зависит не только благосостояние каждого, но и государства в целом [1–3]. Доля потерь, вызванных нерациональной организацией дорожного движения, приближается к 50%, причем за городом она составляет 20...30%, в городе – около 90%.

Однако до настоящего времени роль организации дорожного движения сводится к расстановке дорожных знаков и нанесению дорожной разметки, что не соответствует современным реалиям, поэтому государство несет огромные потери, сопоставимые с потерей 8% ВВП [3–5]. Особенно большие потери (от 0,5 млн у.е./год на километр) отмечаются на нагруженных улицах города, протяженность которых только в городе Минске достигает 100 км и продолжает расти.

При разработке генеральных планов и планов детального проектирования отдельных районов застройки на первоначальной стадии принятия проектных решений требуется, в первую очередь, учитывать требования организации дорожного движения, что будет способствовать устойчивому развитию транспортных систем города [3; 6–8]. Следовательно, любое решение по организации дорожного движения необходимо оптимизировать [9; 10]. При организации дорожного движения следует предусматривать работы по оценке качества дорожного движения и разрабатывать соответствующие проектные рекомендации [11; 12].

Решение проблемы видится в проведении исследований, направленных на выявление недостатков в организации движения и выработку соответствующих предложений, в частности предложений по проведению аудита безопасности.

Аудит безопасности дорожного движения является предпроектной стадией, в которой на основании научных исследований разрабатываются и обосновываются отдельные мероприятия или комплекс предложений по повышению безопасности и качества дорожного движения в целом.

Нерегулируемый пешеходный переход через ул. Жиновича, рядом с домом 15, расположен в микрорайоне Домбровка во Фрунзенском районе города Минска (рис. 1, 2).

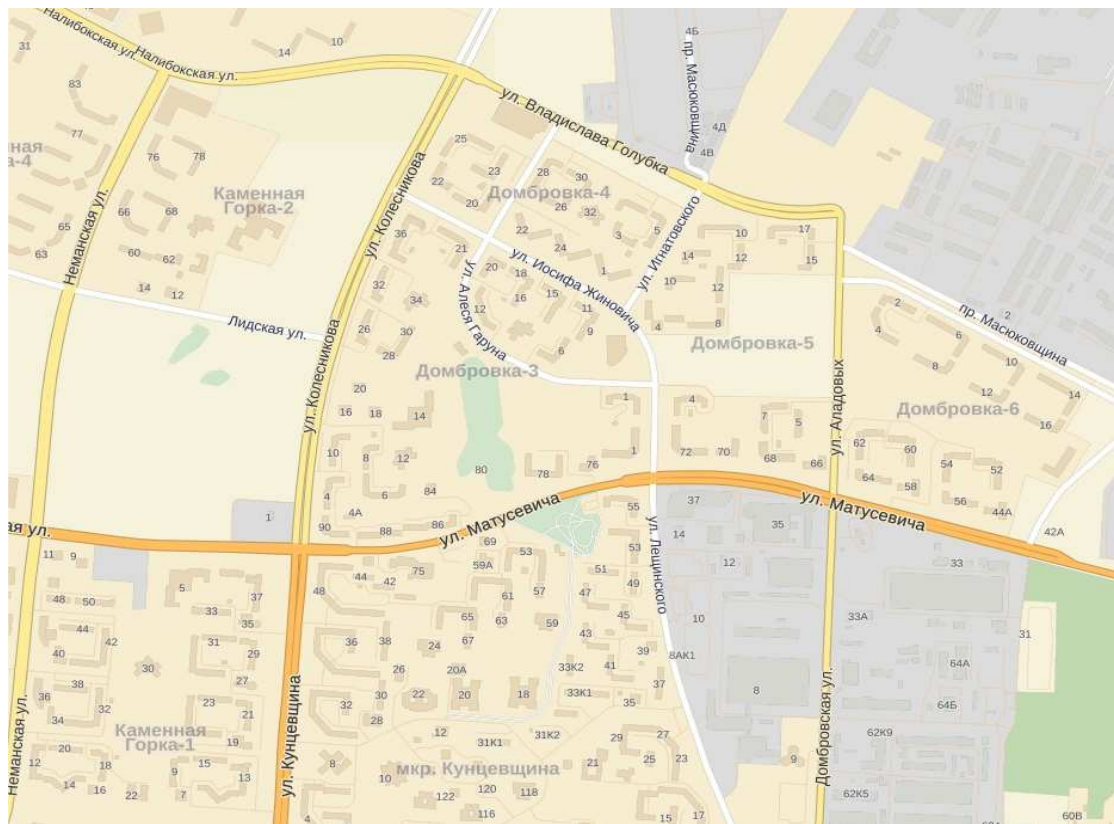


Рисунок 1. – Исследуемый участок зоны приближения к пешеходному переходу ул. Жиновича, 15

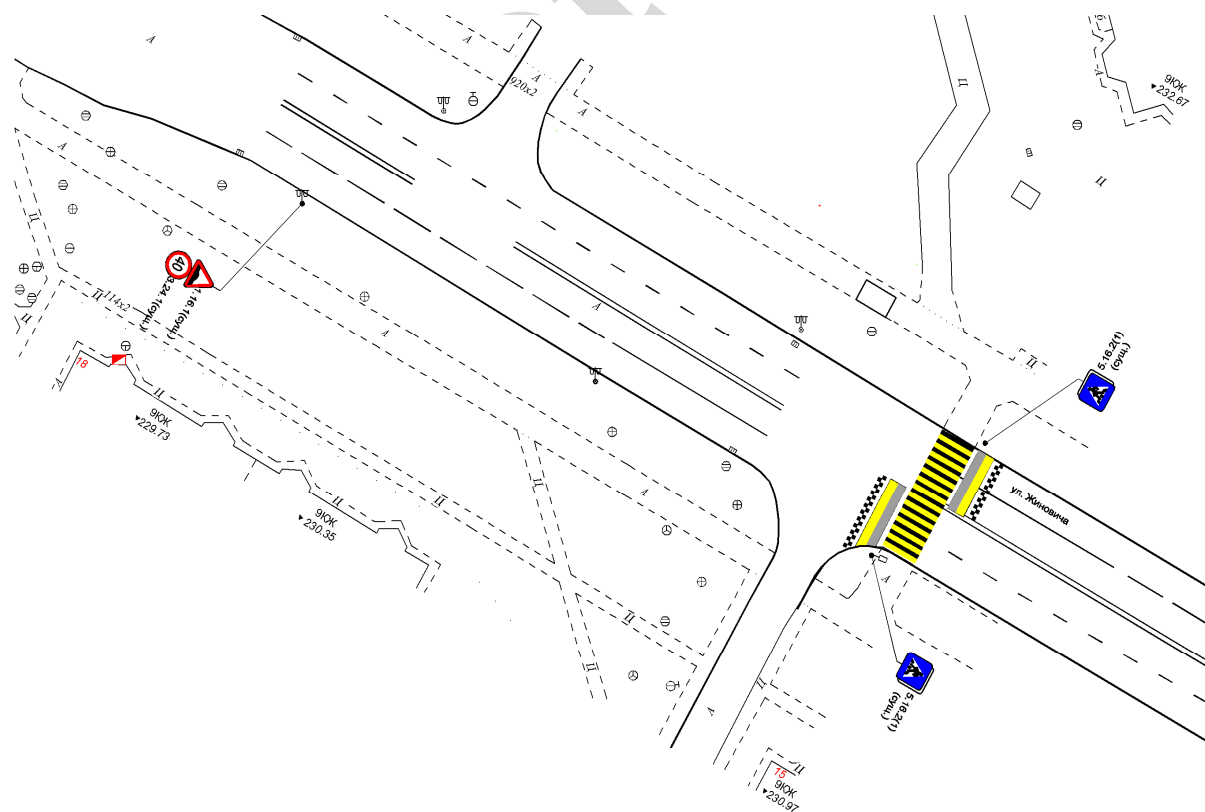


Рисунок 2. – План исследуемого пешеходного перехода ул. Жиновича, 15

Улица Жиновича – магистральная улица районного значения (категория Б4 по [12]). Исследуемый нерегулируемый пешеходный переход расположен около нерегулируемого проезда с дворовой территории. Ширина проезжей части ул. Жиновича (вход А и вход С) составляет 14,5 м – по 2 полосы для движения в каждом направлении. Ширина полосы – 3,6 м. Встречные потоки отделены друг от друга разметкой 1.3. Островки безопасности отсутствуют.

На улице Жиновича на подходах к нерегулируемому пешеходному переходу с обеих сторон установлены искусственные неровности (на половину проезжей части), обозначенные разметкой 1.25 и 1.26. Пешеходный переход обозначен разметкой 1.14.2 и знаками 5.16.2(1). Ширина пешеходного перехода – 5 м.

Тротуары отделены от проезжей части газоном. Состояние тротуаров и проезжей части хорошее.

Движение пешеходов и велосипедистов осуществляется совместно по тротуарам без разделения на зоны для движения. Разметка, разделяющая пешеходные и велосипедные потоки, а также знаки 4.5.1 «Велосипедная дорожка», 4.6.1 «Пешеходная дорожка» отсутствуют, что приводит к дискомфорту совместного движения пешеходов и велосипедистов.

Исследуемый пешеходный переход размещается между зонами жилой застройки. В радиусе 150...200 м от перехода расположено несколько остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта («Гаруна», «Игнатовского»). Остановочные пункты расположены в карманах открытого и закрытого типа.

Через исследуемый участок проходят маршруты пассажирского транспорта: автобусы № 41, 101, 121, 149; маршрутное такси № 1259.

Основные пешеходные потоки формируются близлежащей жилой застройкой, остановочными пунктами, социальными объектами (детские дошкольные учреждения, средняя школа), объектами обслуживания населения (парикмахерские, магазины и др.).

На рисунке 3 показана улично-дорожная сеть с объектами тяготения транспорта и пешеходов.

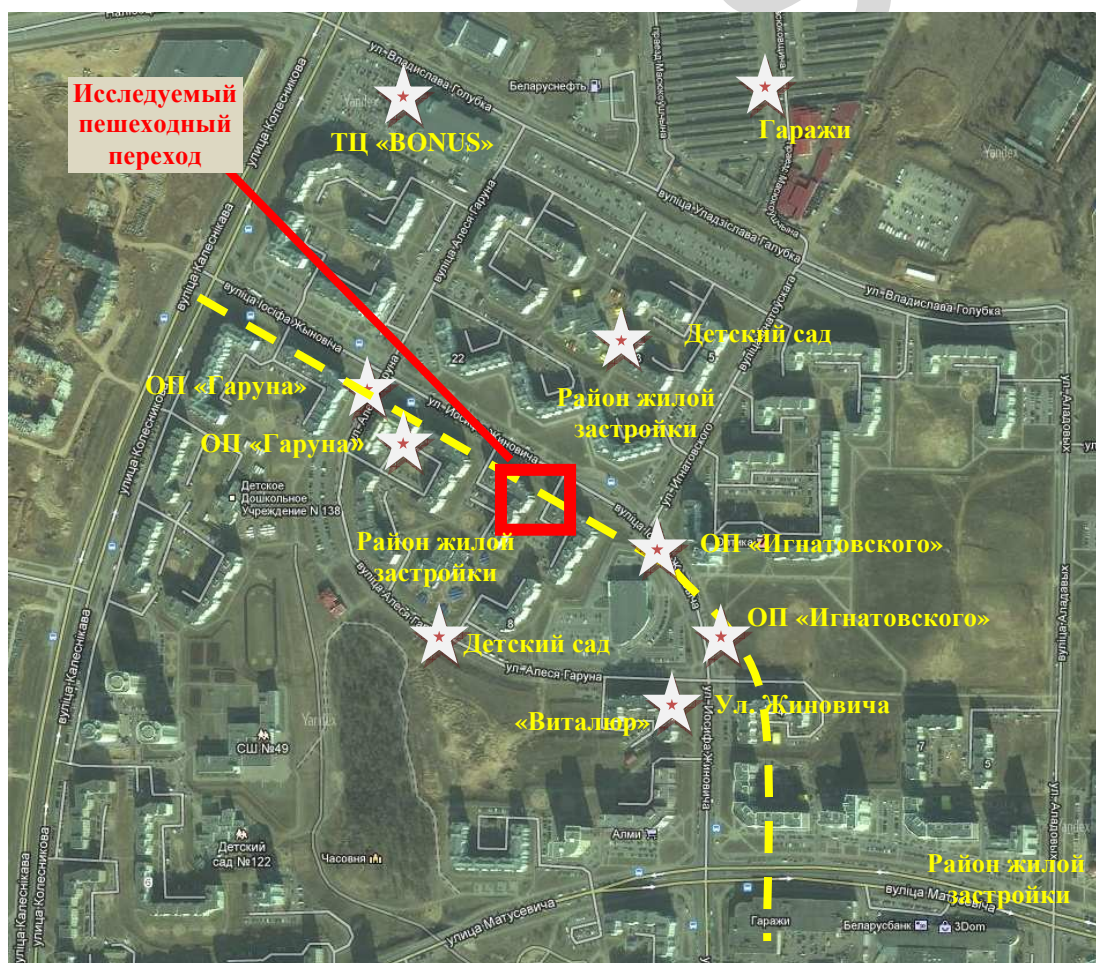


Рисунок 3. – Улично-дорожная сеть и объекты транспортного и пешеходного притяжения исследуемого участка ул. Жиновича

Исследуемый пешеходный переход располагается между пересечениями ул. Жиновича с ул. Алеся Гаруна и ул. Игнатовского. Улица Жиновича выполняет соединяющую и распределяющую функции в

пределах микрорайона. Через пешеходный переход проходят транспортные потоки, следующие в район жилой застройки микрорайона Домбровка и в обратном направлении.

Проведены экспериментальные исследования, которые включали в себя измерение интенсивности движения транспорта и пешеходов на существующем нерегулируемом перекрестке в районе пешеходного перехода через ул. Жиновича, изучение объектов тяготения пешеходного движения и распределение его по направлениям, а также исследование мест расположения близлежащих остановочных пунктов, стоянок транспорта, пешеходных тротуаров и условий видимости.

Интенсивность и состав транспортных потоков определялись в рабочие дни недели путем натурного эксперимента по методике БНТУ. Объектом исследования являлся нерегулируемый перекресток в районе пешеходного перехода через ул. Жиновича, 15.

Измерения разделялись на отдельные независимые замеры по входам и по направлениям. Каждому входу на пересечении присваивался индекс по часовой стрелке (А, В, С, D). Входы главной дороги обозначались как А и С. Для одного из входов указывался ориентир: вход А – от ул. Колесникова.

Длительность одного замера, как правило, составляла не менее 15 минут. Замеры проводились с 8.00 до 20.00.

Замер – регистрация в заданном сечении автомобилей при помощи специальных символов за определенный промежуток времени.

Состав транспортного потока разбит на семь групп, которые были обозначены символами:

- «Л» – мотоциклы, легковые автомобили;
- «К» – пассажирские микроавтобусы;
- «Г» – грузовые микроавтобусы, грузовые автомобили средней грузоподъемности;
- «Р» – грузовые автомобили большой грузоподъемности;
- «О» – маршрутные автобусы;
- «А» – немаршрутные автобусы;
- «С» – сочлененные автобусы.

Исходные данные обработаны в программном комплексе «RTF-Road traffic flows»*, в результате чего были получены картограммы интенсивности и неравномерности движения, диаграммы состава транспортного потока и таблицы других параметров.

Измерения проводились в будние дни в марте 2015 года.

Результаты исследования транспортно-пешеходной нагрузки на исследуемом объекте представлены на рисунках 4–6 и в таблицах 1–2.

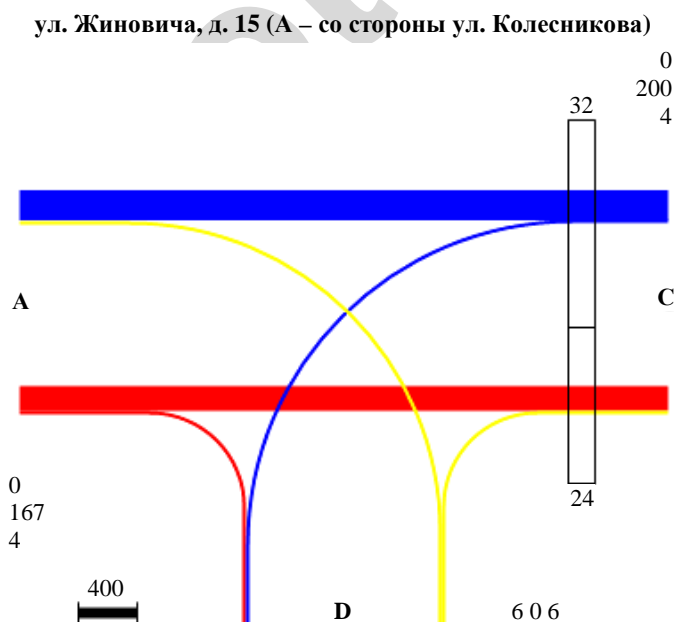


Рисунок 4. – Картограмма средней суммарной интенсивности движения (А – от ул. Колесникова)

* Свидетельство № 222 от 17.09.10 о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д.В. Капский, Д.В. Мозалевский, М.К. Мирошник, А.В. Коржова, В.Н. Кузьменко, А.С. Полховская, Е.Н. Костюкович.

Таблица 1 – Параметры транспортных потоков по входам/выходам

Параметры	А вх.	С вх.	Д вх.	А вых.	С вых.	Д вых.
Q	171	204	12	206	173	8
Qпр	185	220	12	221	187	9
Кпн	1,09	1,08	1,02	1,08	1,09	1,02
Кпг	1,19	1,16	1,04	1,16	1,19	1,05
Кпэ	1,49	1,45	1,02	1,45	1,48	1,04
Т-состав, %						
Л	84,2	87,7	100	87,9	84,4	100
К	4,1	2,5	0	2,4	4	0
Г	5,3	3,9	0	3,9	5,2	0
Р	0	0	0	0	0	0
А	0	0	0	0	0	0
О	4,7	4,4	0	4,4	4,6	0
С	0,6	1	0	1	0,6	0
Qпик	324	292	32	300	328	20

Суммарная интенсивность на пересечении

387 физ. ед./ч
417 привед. ед./ч

Таблица 2 – Характеристики транспортных потоков по направлениям

Параметры	АС	AD	CA	CD	DA	DC
Q	167	4	200	4	6	6
Qпр	181	4	215	5	6	6
Кпн	1,09	1	1,08	1,04	1	1,03
Кпг	1,19	1	1,16	1,1	1	1,07
Кпэ	1,5	1	1,46	1,07	1	1,05
Т-состав, %						
Л	83,8	100	87,5	100	100	100
К	4,2	0	2,5	0	0	0
Г	5,4	0	4	0	0	0
Р	0	0	0	0	0	0
А	0	0	0	0	0	0
О	4,8	0	4,5	0	0	0
С	0,6	0	1	0	0	0
Qпик	312	12	284	8	16	16

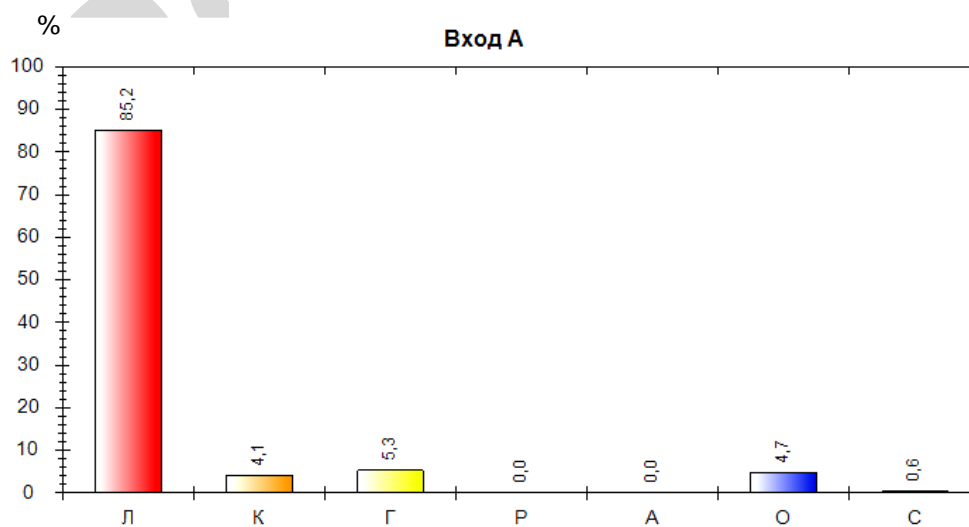


Рисунок 5. – Диаграмма состава транспортного потока на входе А

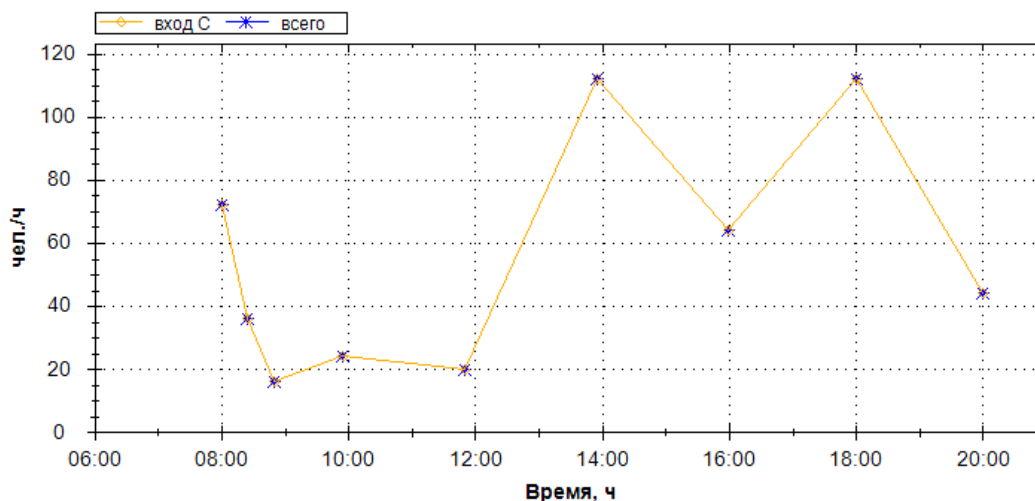
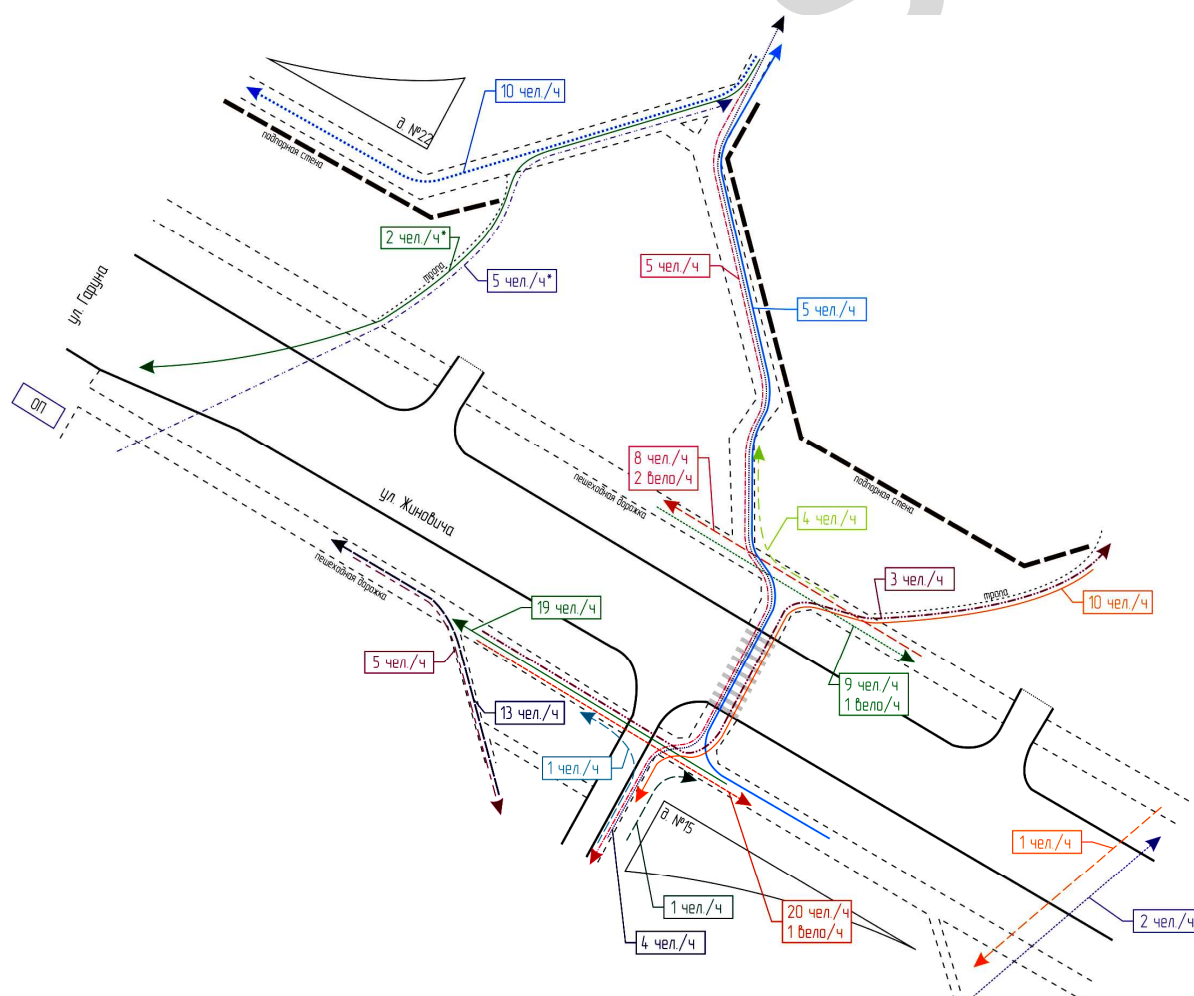


Рисунок 6. – Суточная неравномерность интенсивности движения пешеходов

Исследования направлений пешеходного движения, обусловленные существующими объектами тяготения пешеходных потоков.

На рисунке 7 представлены направления пешеходного движения по исследуемому объекту.



* – в течение некоторого времени участок патрулировался инспектором ГАИ, нарушителей в этот период выявлено не было

Рисунок 7. – Распределение пешеходного движения по направлениям на исследуемом объекте

Главными причинами повышенной аварийности на нерегулируемых пешеходных переходах и перекрестках являются:

- недостаточная видимость, особенно боковая;
- недостаточная освещенность в темное время суток;
- недостаточное обустройство перекрестка и пешеходных переходов средствами организации дорожного движения;
- нечеткость приоритета;
- другие причины повышенной аварийности.

На многополосной улице в зоне приближения к пешеходному переходу добавляется дополнительная опасность наезда на пешехода на второй полосе. Как показывают экспериментальные исследования, водитель автомобиля, видя движущегося по пешеходному переходу пешехода, начинает снижать скорость, полагая, что при такой скорости автомобиля пешеход успеет покинуть полосу движения. Но выйдя из полосы движения этого автомобиля, пешеход становится жертвой другого автомобиля, который не видел пешехода и двигался, не снижая скорости, полагая, что рядом движущийся автомобиль снизил скорость в виду «пробок» и т.п.

Основными угрозами безопасности являются:

- наличие нерегулируемого пешеходного перехода в сочетании с неудовлетворительной боковой видимостью;
- отсутствие островка безопасности на существующем пешеходном переходе через улицу Жиновича;
- недостаточная видимость в темное время суток;
- превышение скоростных режимов;
- нарушение Правил дорожного движения участниками и их девиантное поведение.

В соответствии со СТБ 1300-2014 необходимо введение светофорного регулирования по следующему условию: наземный пешеходный переход расположен в населенном пункте на участке магистральной улицы категорий А, Б, В с числом полос движения транспортных средств в обоих направлениях, равным 4 и более.

В связи со строительством проектируемого объекта (магазин смешанной торговли) появится новая точка тяготения транспортного и пешеходного движения, что приведет к увеличению интенсивности движения на пешеходном переходе. Поэтому с учетом требований СТБ 1300 и с целью повышения безопасности дорожного движения на исследуемом нерегулируемом пешеходном переходе необходимо ввести *светофорное регулирование*.

Предлагаемым вариантом является *введение светофорного регулирования с пешеходным вызывным устройством*. Проектом предусматривается строительство конструктивно выделенного островка безопасности, а также выделение зоны (полосы) для движения велосипедистов через проезжую часть. На каждой полосе улицы на подходе к перекрестку на расстоянии 30...50 м устанавливаются детекторы транспорта. Существующая искусственная неровность демонтируется.

При строительстве светофорного объекта необходимо выполнить ряд требований:

- предусмотреть понижение бортового камня в один уровень с проезжей частью в зоне выхода пешеходов с тротуара на проезжую часть для движения по пешеходному переходу;
- при устройстве пониженного борта перепад высот в местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью не допускается;
- тротуар на подходе к пешеходному переходу должен быть выполнен из покрытия, контрастирующего по материалу, фактуре поверхности и цвету с покрытием проезжей части.

Предложено несколько вариантов планировочных решений на исследуемом пешеходном переходе. Схема организации дорожного движения, согласованная с ГАИ ГУВД Мингорисполкома, представлена на рисунке 8. При проектировании выполнена проработка вариантов схем организации дорожного движения.

Другие предлагаемые варианты организации дорожного движения на исследуемом участке представлены на рисунках 9–11.

На основании схемы организации дорожного движения и исследуемой транспортно-пешеходной нагрузки разработаны схема пофазного движения и диаграмма переключения светофорной сигнализации.

При разработке диаграммы светофорного регулирования рассчитаны:

- продолжительность горения разрешающих и запрещающих сигналов;
- необходимое время горения зеленого сигнала для пешеходов, зависящее от ширины проезжей части;
- переходные интервалы.

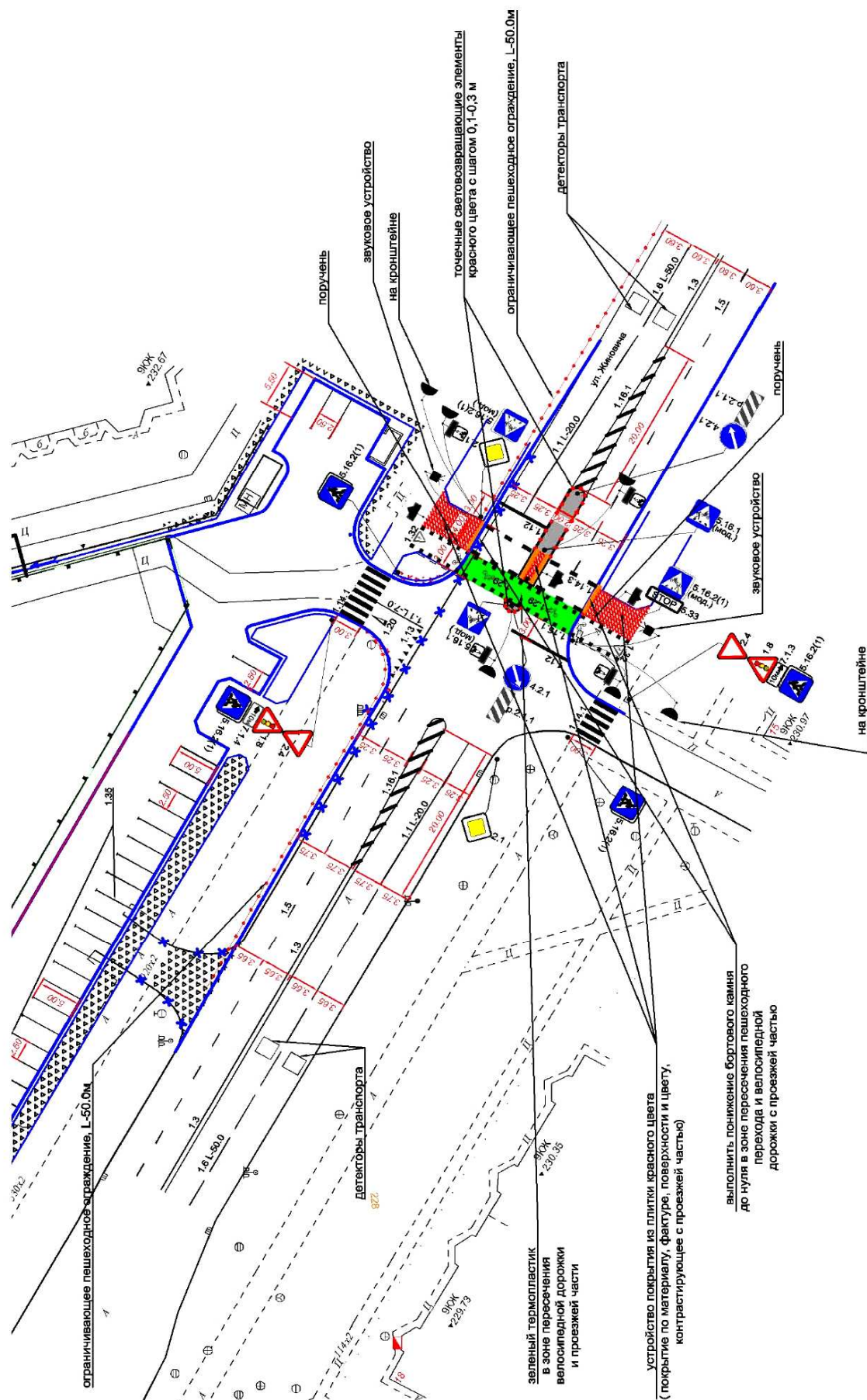


Рисунок 8. – Согласованная схема организации дорожного движения на исследуемом объекте ул. Жиновича, 15

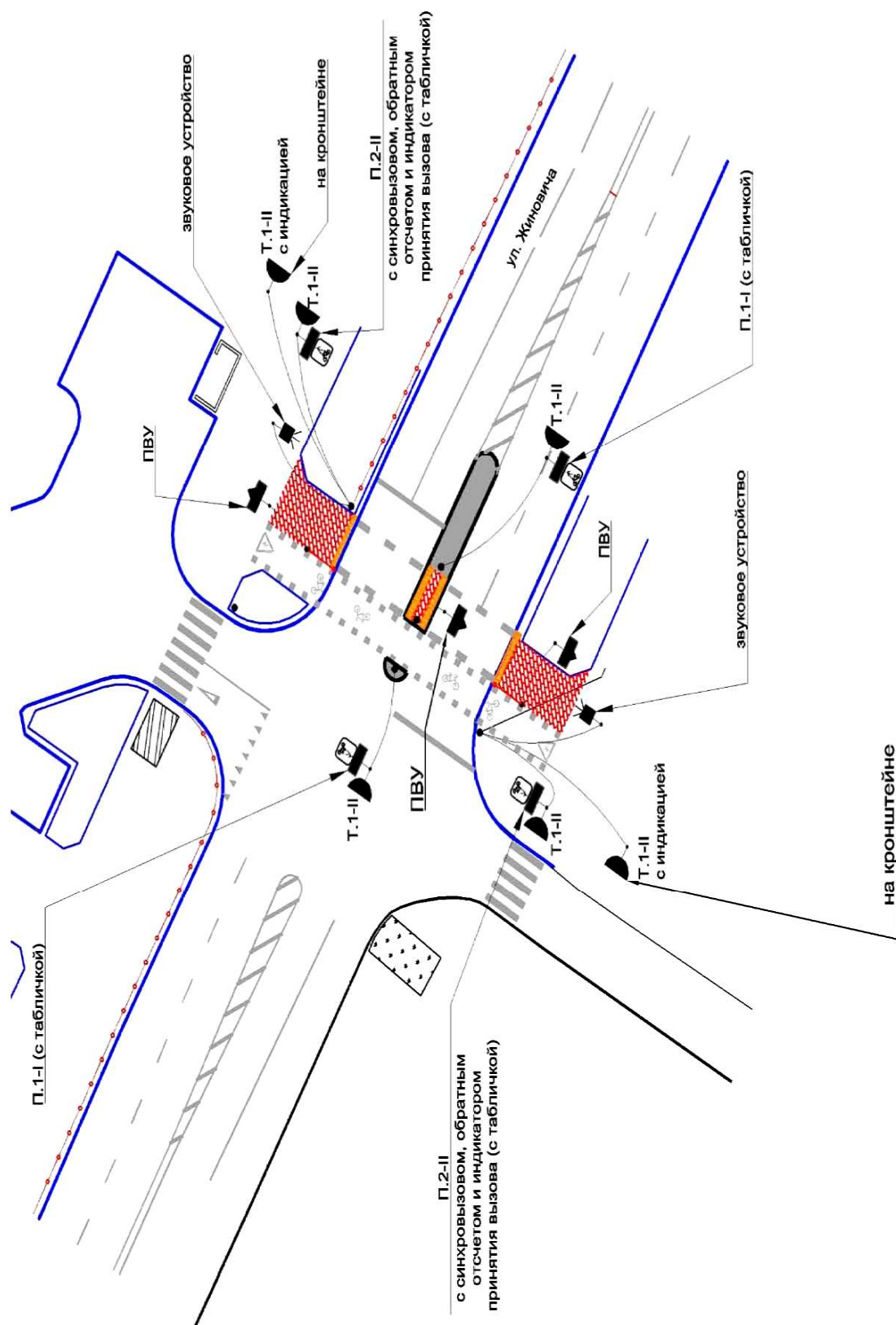


Рисунок 9. – Схема расстановки и тип светофоров

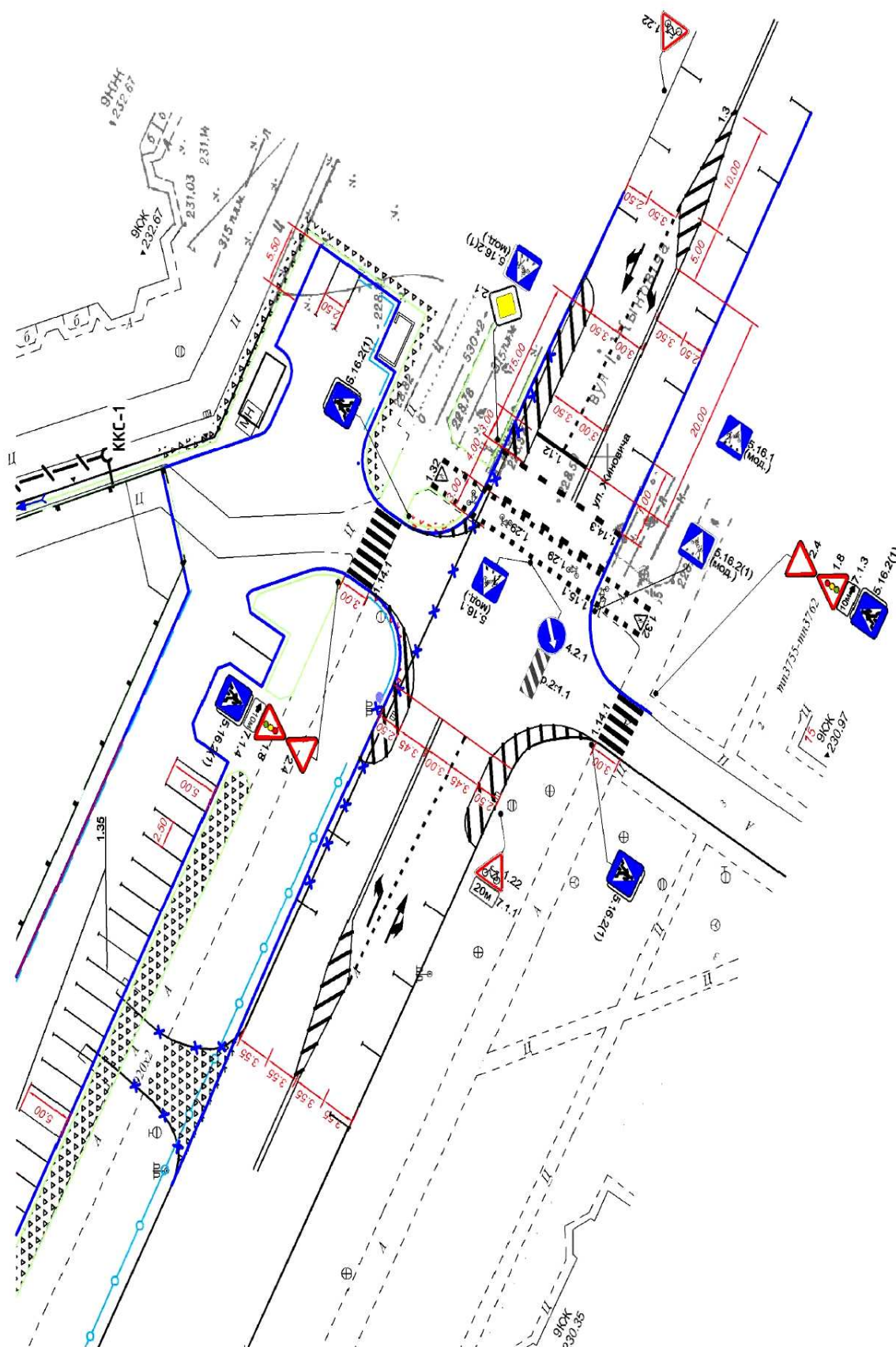


Рисунок 10. – Вариант 2 организации дорожного движения на исследуемом объекте ул. Жиновича, 15

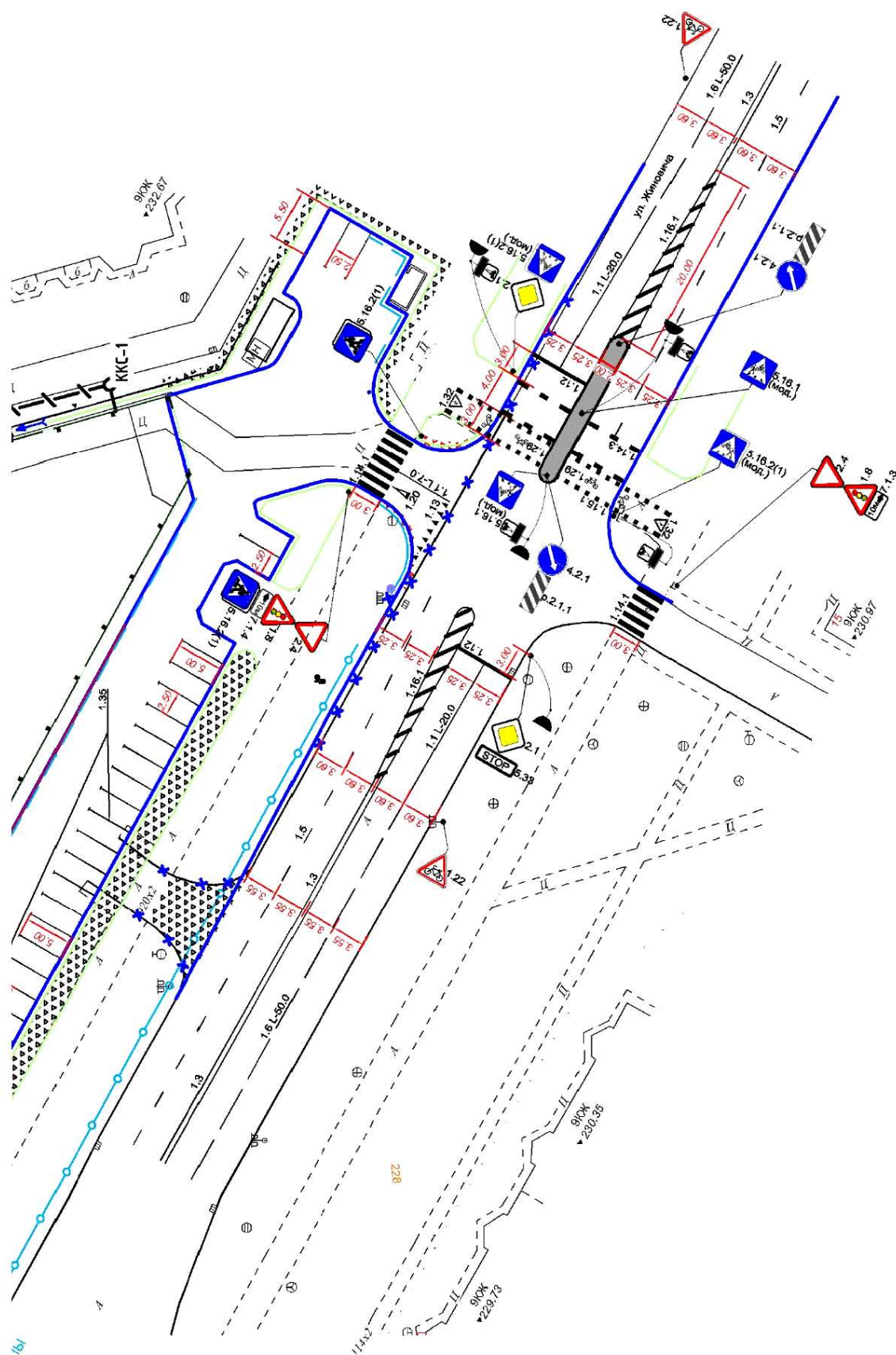


Рисунок 11. – Вариант 3 организации дорожного движения на исследуемом пешеходном переходе ул. Жилинина, 15

На рисунках 12 и 13 представлены соответственно диаграмма светофорного регулирования и схема пофазного движения.

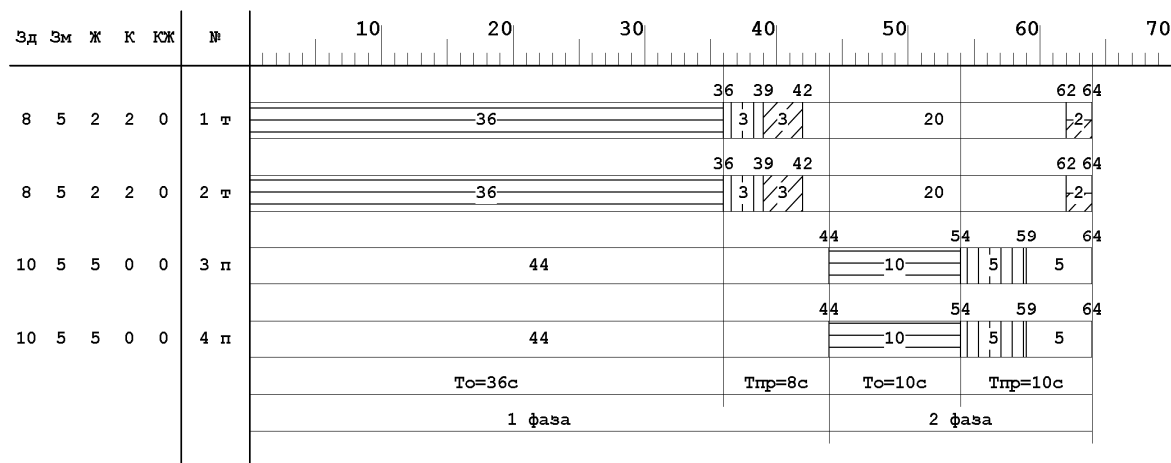


Рисунок 12 – Диаграмма светофорного регулирования

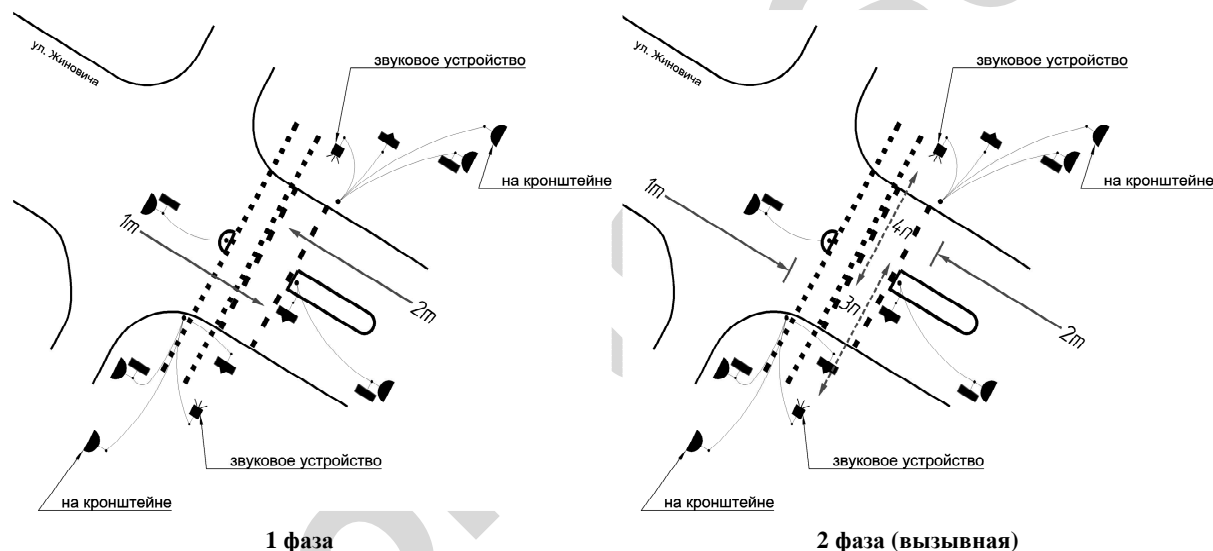


Рисунок 13. – Схема пофазного движения

На светофорном объекте применена двухфазная схема регулирования. Минимальная продолжительность цикла регулирования в локальном режиме составляет 64 секунды. Первая фаза регулирования является основной. В этой фазе разрешено движение транспортных средств по ул. Жиновича. При поступлении сигнала от ПВУ вызывается вторая фаза регулирования (порядок фаз 1–2–1). Вторая фаза включается только после отработки минимальной длительности первой фазы. Во второй фазе разрешено движение пешеходов и велосипедистов, движение транспорта – запрещено.

Выполнение левых поворотов осуществляется в режиме просачивания. Переход пешеходами проезжей части улицы Жиновича осуществляется в один этап.

Движение пешеходов через проезд во двор и проектируемый проезд к магазинам осуществляется в нерегулируемом режиме.

На основании разработанной схемы организации дорожного движения, разработанных диаграмм светофорного регулирования, схем пофазного движения рассчитана прогнозируемая пропускная способность после внедрения предлагаемых мероприятий. Крайние правые полосы используются для парковки автомобилей, поэтому движение по ним в прямом направлении не осуществляется.

На рисунке 14 представлена диаграмма прогнозируемой пропускной способности при условии движения по одной полосе в каждом направлении. Предполагается, что пропускная способность входа А и входа С составит около 880 автомобилей в час (на каждом входе). Значение пропускной способности может изменяться в зависимости от режима регулирования (жесткое или адаптивное), диаграммы свето-

форного регулирования, наличия припаркованных автомобилей на проезжей части и интенсивности пешеходного движения.

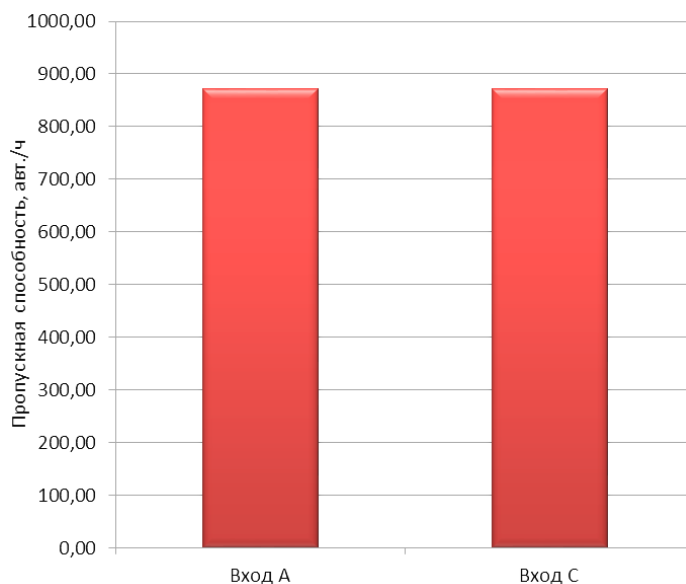


Рисунок 14. – Прогнозируемая пропускная способность

Заключение. Выполнены экспериментальные исследования транспортно-пешеходной нагрузки и условий движения на пешеходном переходе ул. Жиновича, 15, около проектируемого административного здания. В результате исследований получены значения средней интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков, установлены графики распределения интенсивности движения по времени суток на исследуемом объекте, а также определены параметры состава транспортных потоков (по входам направлений), исследовано распределение пешеходных потоков по направлениям. Проведен анализ существующих условий движения на указанном пешеходном переходе.

В проекте разработана технология управления с учетом системного подхода к процессу управления дорожным движением на основании проведенных исследований проектируемого светофорного объекта. При разработке технологии управления предусмотрена установка табло вызова пешеходом. Светофорный объект работает в круглосуточном режиме, применено локальное гибкое регулирование (вызывное) с вызовом от пешехода (а при необходимости – и диспетчера) с оптимизацией вызовов.

Выполнен анализ соответствия показателей дорожного движения и экономический анализ затрат и выгод, и управляющих воздействий при управлении дорожным движением. Критерии эффективности показателей дорожного движения на объекте соответствуют требуемому уровню управления в соответствии с техническими условиями УГАИ ГУВД Мингорисполкома. Параметры дорожного движения для уровня обслуживания «С» соответствуют характеристикам уровня управления.

Проектное решение предусматривает мероприятия для обеспечения безопасности перехода проезжей части всеми категориями участников дорожного движения (пешеходы разных возрастных групп, инвалиды, велосипедистами): обеспечение безбарьерной среды (понижение бортового камня в зоне пешеходного перехода в один уровень с проезжей частью улицы, установка поручней), строительство островка безопасности, расчет светофорного цикла; применены технические средства организации велосипедного движения; установка звукового устройства, работающего совместно с пешеходными светофорами.

Выполнена проработка вариантов схем организации дорожного движения. Сделан вывод, что наилучшим вариантом организации дорожного движения на исследуемом пешеходном переходе является введение светофорного регулирования с пешеходным вызывным устройством с устройством конструктивно выделенного пешеходного островка безопасности и зоны для движения велосипедистов. При введении светофорного регулирования упорядочивается движение через пешеходный переход и повышается безопасность движения пешеходов через улицу Жиновича.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю.А. Водителю о дорожном движении : пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – 3-е изд., дораб. – Минск : БНТУ, 2010. – 139 с.

2. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении / Д.В. Капский. – Минск : БНТУ, 2008. – 243 с.
3. Капский, Д.В. Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности : в 2-х т. / Д.В. Капский. – Минск, 2013. – Т. 1. – 282 с.
4. Постановление расширенного заседания коллегии М-ва транспорта Рос. Федерации от 24.10.12 2012, № 3.
5. Врубель, Ю.А. Опасности в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. – М. : Новое знание, 2013. – 244 с.
6. Ваксман, С.А. Моделирование ДТП – градостроительный аспект / С.А. Ваксман, Л.И. Свердлин // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докл. шестой междунар. конф. / СПбГАСУ. – СПб., 2004. – С. 305–307.
7. Трофименко, Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М. : Логос, 2013. – 464 с.
8. Ваксман, С.А. Принципы разработки и содержание КСОД столичного города (на примере Минска) / С.А. Ваксман, Ф.Г. Глик, Д.В. Капский // Наука – образованию, производству, экономике : материалы седьмой междунар. науч.-техн. конф. : в 3 т. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 267–268.
9. Капский, Д.В. Транспорт в планировке городов : пособие для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Д.В. Капский, А.В. Коржова, С.В. Скирковский. – Минск : БНТУ, 2015. – 144 с.
10. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск : БНТУ, 2006. – 240 с.
11. Свидетельство № 222 от 17.09.10 о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д.В. Капский, Д.В. Мозалевский, М.К. Мирошник, А.В. Коржова, В.Н. Кузьменко, А.С. Полховская, Е.Н. Костюкович.
12. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования = Вуліцы населеных пунктаў. Будаўнічыя нормы праектавання : ТКП 45-3.03-227-2010 (02250). – Введ. 01.07.2011. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2011. – 46 с.

Поступила 27.06.2016

TRAFFIC SAFETY AUDIT IN THE UNREGULATED PEDESTRIAN CROSSING ZONE

V. KUZMENKO, D. MOZALEVSKY, A. KORZHOVA, A. POLKHOVSKAYA,
N. ERMAKOVA, N. KISELEVICH, E. GORELIK, I. GAMULSKY

The transport and pedestrian flows and traffic conditions are studied. The results of the audit of traffic safety on an example transport object – unregulated pedestrian crossing with a portion of the street are given. Proposals to improve the quality of traffic on the streets of the studied areas are examined. An example of the selection and justification of decisions to the unregulated pedestrian crossing, which is located near the exit of the unregulated yard area is considered. On the basis of the research activities developed planning, organizational and technical nature that improve traffic safety and reduce the economic and environmental losses are developed. The implementation of the developed measures will reduce the level of accidents and losses at the pedestrian crossing. The results of the study and analysis of the existing traffic conditions at unregulated crossroads showed that the level of total losses in the traffic decline.

Keywords: road traffic, traffic management, security, audit, road traffic conditions, design solutions, improving road safety, traffic signalization.